

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-230378

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

B23K 26/00

B23K 20/10

B29C 65/08

B29C 65/14

B29C 65/56

(21)Application number : 09-035891

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 20.02.1997

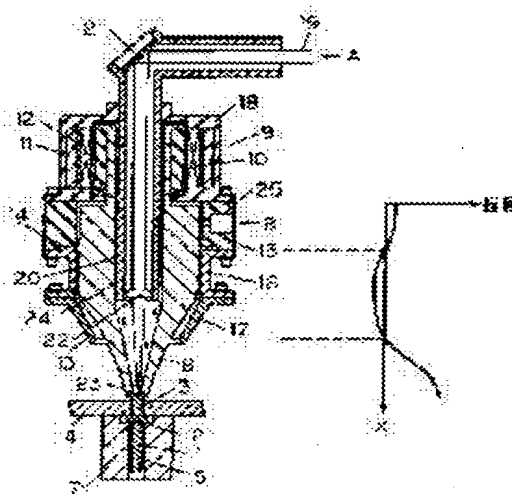
(72)Inventor : MARUYAMA TERUO

(54) FORMING METHOD, COMBINING METHOD AND COMBINING DEVICE USING THIS FORMING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simultaneously satisfy high joining strength and high joining precision and to obtain the constructing method of combination having high productivity by locally irradiating an energy beam on the rivet member inserted into a work to heat and applying an impressing force or vibration with a punch to the heated part.

**SOLUTION:** First, the energy beam 19 is started to irradiate under the state not bringing an ultrasonic horn 8 into contact with a combining part 3. The joining interface in the vicinity of the combining part 3 is locally heated by irradiating the energy beam 19 to reduce a deformation resistance. Since the process occurs instantaneously, the ultrasonic horn 8 is rapidly descended. The ultrasonic vibration (e.g. the vibration of several microns to several ten microns) having the effect of the improvement of fluidity or the like due to the breakage of an oxide film and the generation of the heat by vibration in addition to thermal energy given with the energy beam 19 is applied to the joining interface. Consequently, the tip end of the combining part 3 is plastically made to flow and deformed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-230378

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

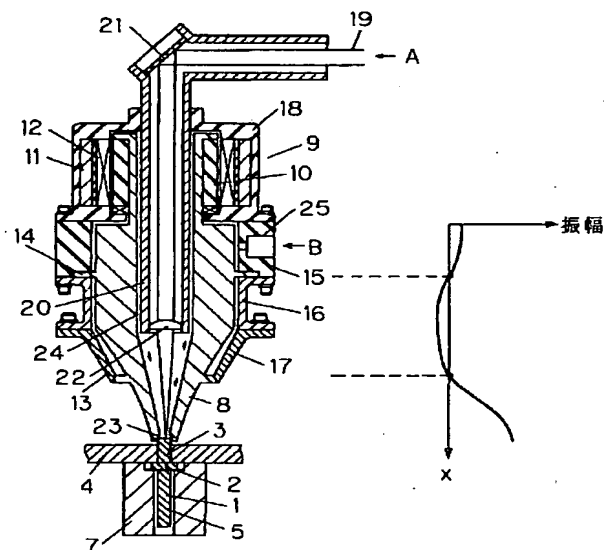
(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	F I
B 2 3 K 26/00	3 1 0	B 2 3 K 26/00
20/10		20/10
B 2 9 C 65/08		B 2 9 C 65/08
65/14		65/14
65/56		65/56
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)		
(21) 出願番号	特願平9-35891	(71) 出願人 000005821
(22) 出願日	平成9年(1997) 2月20日	松下電器産業株式会社
		大阪府門真市大字門真1006番地
		(72) 発明者 丸山 照雄
		大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
		産業株式会社内
		(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 成形方法及びこの成形方法を用いた締結方法と締結装置

## (57) 【要約】

【課題】 複数の部材を高い締結力を保ちつつ、かつ高い締結精度が得られる恒久的締結方法の実現を目的とする。

【解決手段】 複数の部材1, 4を接合を目的として配置し、部材1, 4一对の接合界面6の近傍に、レーザー光19を放射すると共に、超音波ホーン8による振動を印加して、上記部材1, 4を締結する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに締結すべき複数の部材の少なくとも一対の接合界面の近傍に、エネルギービームを放射して加熱することにより、加熱部分を軟化あるいは変形抵抗を減少させると共に、前記一対の接合界面に相対的な変形をもたらす印加力あるいは振動を与えることにより、前記複数の部材の締結を行うことを特徴とする締結方法。

【請求項2】 複数の部材がリベット部材とこのリベット部材と締結する被接合部材とからなり、エネルギービームとしてレーザービームを用いる請求項1記載の締結方法。

【請求項3】 リベット部材と被接合部材との接合界面近傍に超音波振動を与えることを特徴とする請求項2記載の締結方法。

【請求項4】 超音波振動を与える超音波ホーンを締結用のポンチ部材として用いることを特徴とする請求項3記載の締結方法。

【請求項5】 ポンチ部材の内部空間をレーザービームを通過せしめて前記接合界面近傍において合焦せしめることを特徴とする請求項4記載の締結方法。

【請求項6】 部材の成形すべき部分に、レーザービームを放射して加熱することにより加熱部分を軟化あるいは変形抵抗を減少させると共に、前記成形すべき部分に超音波ホーンによる振動を与えて塑性変形させることにより、所定の形状を成形することを特徴とする成形方法。

【請求項7】 互いに締結すべき複数の部材の少なくとも一対の接合界面の近傍にエネルギービームを放射して加熱する加熱手段と、前記加熱手段により軟化あるいは変形抵抗の減少した前記一対の接合界面に相対的な印加力を与える加圧手段あるいは振動を与える加振手段とを備えた締結装置。

【請求項8】 加熱手段がレーザービーム照射手段である請求項7記載の締結装置。

【請求項9】 加振手段が超音波加振手段である請求項8記載の締結装置。

【請求項10】 超音波加振手段の超音波ホーンが前記一対の接合界面を加振するためのポンチ部材を構成する請求項9記載の締結装置。

【請求項11】 一対の接合界面に相対的な印加力を与える加圧手段あるいは振動を与える加振手段であるポンチ部材の内部にレーザービーム照射手段からのレーザービームの通路を形成し、このレーザービームが前記接合界面で概略焦点を結ぶように、前記レーザービーム照射手段の光学系を前記ポンチ部材の前記通路内に構成したことを特徴とする請求項8記載の締結装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、成形方法及びそれを用いた締結方法に関するものであり、さらにこれらの

方法を用い従来の接合プロセスではできなかった恒久的な締結を可能とする締結装置を提案するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 現在、多種多様な接合技術が実用化されている。しかし、単に汎用の材料や部品を組み合わせた複雑構造にするという意味では、それぞれの接合技術はほとんど完成の域にあるといっても過言ではない。ここでは同一原理の接合法であっても、多様な方式が開発・実用化されており、また、合理化され、コンピュータを活用した自動化が進められている。

【0003】 接合部分が半永久的に結合機能を失わないことが前提となる接合が恒久的接合であり、例えば各種の建築、橋梁、船舶など大型のものからメカトロニクス技術が結集されたVTR、FDD、DVD等に至るまで、幅広く用いられている。この工法は、その対象の寿命が尽きるまで接合界面は安定でなければならない。

【0004】 かしめ継ぎ締結は、板の穴と軸状の突起部とを組み合わせ、板の上面に突出する部分を潰すことで高い結合強度で締結する方法である。一方、リベット接合は、広義には上記かしめ継ぎ締結に含まれるが、締結要素としてリベットを用い、リベットの頂部または脚部を塑性変形することにより、2枚以上の板状部品を締結するものである。いずれも締結材料に素材の形状・外観と異なった大きな塑性変形を与える工法であり、恒久的に高い接合強度が期待される。

【0005】 近年両工法を融合した工法も実用化されている。すなわち、基材をプレス加工する段階で、締結したい2つの部材の一方にリベット形状の突起物を成形することにより、リベット部材の挿入作業を省略した締結が可能である。

【0006】 近年、OA・AV商品のマイクロ機構部品の組立工程において、上述した恒久的接合の手段であるかしめ接合、リベット接合、あるいは両者を融合した工法が重要な役割を荷う様になっている。その理由は、これらの商品は組立後再度2物体に解体したり分離したりする個所が少ないため、上記工法の採用により、組立行程の大幅な短縮化とコストダウンが図れるからである。

【0007】 しかし、OA・AV商品の近年のマイクロ・ファイン化にともない、かしめ接合も高い精度が要求されるようになってきた。たとえば、デジタル・ビデオ・カセット(DVC)等で代表される様に、増々小型化するVTRのテープガイド系は、リミッタポスト、インピーダンスローラ、ピンチローラ等、約20個所に及ぶテープガイド要素より構成される。個々のテープガイド要素は、その機能に応じて、基準となるシャーンに対して適切な傾斜角をもって組み立てられており、テープが走行するとき、テープがねじれることなく所定の走行位置を占める様に幾何学的な条件によって設定されねばならない。したがって、これらのテープガイド要素の角度・位置は極めて高い締結精度が要求される。これらのテープ

ガイド要素を、リベット部材の機能も兼ねて、シャーンに恒久的接合により締結する場合を考えてみる。

【0008】さて、リベット接合に関しては従来各種の方式が生産現場で用いられている。図9に示すハンマー式はポンチ151をリベット材152の軸方向に移動させ、リベット材152の頭に衝突させることにより、リベット先端を半径方向に圧延させ、部材153、154を締結する工法である。衝撃的荷重を利用するため、たとえワークピースの保持具を頑強に補強しても、金属組織の不均一な圧縮変形をとまなうため、高い締結精度を得るのは困難であった。

【0009】上記ハンマー式に代わる工法として、図10で示す様に、ポンチ155の先端とリベット156の頭を接触させた状態でポンチ155を旋回運動させ、部材157、158を締結させるダウエル式、あるいはロゼット式と呼ばれるリベット方式が実用化されている。これらの方式では金属の組織構造の変化が比較的少ないが、しかしそれでも精度は0.01mm程度が限界であった。

【0010】金属同志を比較的大きな外力を与えることなく接合する方法として、超音波振動を用いた拡散接合が実用化されている。たとえば、アルミの電解コンデンサでは、化成箔（厚さ50～100μm）とリードタブ（厚さ150μm）の接合、あるいは陰極、陽極とリードタブの接合等に用いられる。拡散接合は、超音波振動によって酸化物あるいは有機被膜などの不純物が破壊分散して表面が清浄化されることを利用するものである。また脆弱な金属間化合物が形成されないため、加圧力や印加時間が発熱効率を促し、ひいては塑性流動によって原子結合あるいは原子間拡散が行われる。なお締結する材料は、板厚が薄くなるほど振動エネルギーがごく短時間に有効に作用するため接合性が向上する。逆に板厚が大きくなると大きな加圧力と長い印加時間が必要となり、振動が効果的に作用せず、場合によっては振動が停止したり、あるいは長時間印加すると亀裂や内部空隙が生じる。一般的に小物、薄物、軟質材は、低出力、低加圧力で接合ができるが、大物部品や厚肉で硬度の高い材料になる程、拡散接合の適用は難しくなる。したがって、金属材料を塑性変形させて部材を締結するリベット方式に、この超音波による拡散接合を適用するのは困難であった。

【0011】プラスチックと金属、あるいは異質プラスチック同士を締結させる工法として、従来から超音波ウェルディング（溶着）が実用化されている。この工法は接触面の接触・かい離（衝突効果）のために生じる発熱による溶着現象を利用した工法（変形流動接合）であり、対象は低熱軟化点のプラスチック及びその複合材料に限定される。

【0012】したがって、金属の塑性変形を利用して部材を締結する例えばリベット工法に、この方式を適用す

るのは困難であった。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の機械的ななかしめ締結工法ではできなかった数ミクロン以下の高い精度が得られると共に、超音波による拡散接合、超音波ウェルダ等ではできなかった厚肉の金属を、たとえばリベットの様な接合部材として用いることができる恒久的接合工法とそれを具現化する装置を提供するものである。

#### 10 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、エネルギービームと機械的な印加力を融合させて用いる締結方法を含む新しい形状成形方法を提案するものである。

【0015】例えば、具体的にはワークに挿入されたリベット部材にエネルギービームを局部的に放射して加熱すると共に、この加熱された部分にパンチによる印加力あるいは振動を与えることにより、上記リベット部材の加熱された部分の変形抵抗の減少を利用して塑性流動を促し、部材の締結を行うものである。

20 【0016】さらに本発明を「超音波レーザ加工」とも言うべき概念に限定すれば、リベット部材に局部的にレーザビームを放射して加熱すると共に、ポンチ部材には超音波振動が印加されたホーンを兼ねて用いる。

30 【0017】また、本発明の締結装置は互いに締結すべき複数の部材の少なくとも一対の接合界面の近傍にエネルギービームを放射して加熱する加熱手段と、前記加熱手段により軟化あるいは変形抵抗の減少した前記一対の接合界面に相対的な印加力を与える加圧手段あるいは振動を与える加振手段とを備えたものであり、最適には加振手段であるポンチ部材の内部に、エネルギービームであるレーザビームの通路を形成し、このレーザビームが前記接合界面で概略焦点を結ぶように前記レーザビームの照射手段の光学系を前記ポンチ部材の通路内に構成したものである。

#### 【0018】

40 【発明の実施の形態】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、互いに締結すべき複数の部材の少なくとも一対の接合界面の近傍に、エネルギービームを放射して加熱することにより、加熱部分を軟化あるいは変形抵抗を減少させると共に、前記一対の接合界面に相対的な変形をもたらす印加力あるいは振動を与えることにより、前記複数の部材を締結する締結方法であることを特徴とするものである。

【0019】本発明の請求項2に記載の発明は、複数の部材がリベット部材とこのリベット部材と締結する被接合部材とからなり、エネルギービームとしてレーザビームを用いる締結方法であることを特徴とするものである。

50 【0020】エネルギービームとしてのレーザはYAG固体レーザ、GaAs半導体レーザ、液体レーザ、CO

5

2あるいはエキシマ気体レーザ等のいずれも用いることができる。OA・AC商品におけるマイクロ部品の場合は、波長の短いYAGレーザ、クリーンレーザ等が好ましい。また、大型部品を対象とする場合は、エネルギービームとして電子ビームを用いてもよい。

【0021】本発明の請求項3に記載の発明は、リベット部材と被接合部材との接合界面近傍に超音波振動を与えることを特徴とするものである。

【0022】レーザ光による局所発熱効果と、超音波による応力集中効果を組み合わせることにより得られる相乗効果により、レーザ加工、超音波加工がそれぞれ単独ではできなかった締結工法ができる。

【0023】本発明の請求項4に記載の発明は、超音波振動を与える超音波ホーンを締結用のポンチ部材として用いる締結方法であることを特徴とするものである。

【0024】超音波振動とレーザ光を接合界面に与えるタイミングとして、まず最初にレーザ光で締結部を照射した後、超音波振動を与える方が好ましい。僅かな時間差であるが、レーザによる加熱により、接合界面の変形抵抗が減少した状態で超音波振動を与えた方が、締結部材に与える外力が小さくてすむ。その結果より高い精度の締結ができる。

【0025】また、超音波ホーンとしては、エキスポネンシャル、ステップ、コンカルのいずれの形状でも用いることができる。超音波の周波数に満たない低い振動数でも同様の効果は得られるが、やはり高い振動数の方が締結作用としての効果は大きい。

【0026】本発明の請求項5に記載の発明は、ポンチ部材の内部空間をレーザビームを通過せしめて接合界面近傍において合焦せしめる締結方法であることを特徴とするものである。

【0027】本発明の請求項6に記載の発明は、部材の成形すべき部分にレーザビームを放射して加熱することにより、加熱部分を軟化あるいは変形抵抗を減少させると共に、前記成形すべき部分に超音波ホーンによる振動を与えて塑性変形させることにより、所定の形状を成形する成形方法であることを特徴とするものである。

【0028】本発明の請求項7に記載の発明は、互いに締結すべき複数の部材の少なくとも一対の接合界面の近傍にエネルギービームを放射して加熱する加熱手段と、前記加熱手段により軟化あるいは変形抵抗の減少した前記一対の接合界面に相対的な印加力を与える加圧手段あるいは振動を与える加振手段とを備えた締結装置であることを特徴とするものである。

【0029】本発明の請求項8に記載の発明は、加熱手段がレーザビーム照射手段である締結装置であることを特徴とするものである。

【0030】本発明の請求項9に記載の発明は、加振手段が超音波加振手段である締結装置であることを特徴とするものである。

6

【0031】本発明の請求項10に記載の発明は、超音波加振手段の超音波ホーンが前記一対の接合界面を加振するためのポンチ部材を構成する締結装置であることを特徴とするものである。

【0032】本発明の請求項11に記載の発明は、一対の接合界面に相対的な印加力を与える加圧手段あるいは振動を与える加振手段であるポンチ部材の内部にレーザビーム照射手段からのレーザビームの通路を形成し、このレーザビームが接合界面で概略焦点を結ぶように、前記レーザビーム照射手段の光学系を前記ポンチ部材の前記通路内に構成したことを特徴とする締結装置であることを特徴とするものである。

【0033】本発明により、たとえば従来の機械的な締め工法、あるいは超音波振動による拡散接合等ではできなかった圧肉金属材料を締結材として用いた高精度接合が可能となる。

【0034】以下、本発明の一実施の形態における締結装置を図1及びその部分拡大図の図2-1～図2-3をもとに、VTRのテープ走行系に適用した事例について説明する。図1は締結装置及びそれに用いられる超音波ホーンの振動モード図である。

【0035】1はテープガイド要素であるポストであり、金属のリベット部材も兼ねている。2は前記ポスト1の中間部に形成されたフランジ部、3はシャーシ4に収納される部分で接合部、5はテープが走行するガイド部である。前記フランジ部2、接合部3、ガイド部5でポスト1を構成している。なお、塑性変形が与えられる締結部3近傍（被締結部材であるシャーシ4も含む）を接合界面6（拡大図図2（a）、（b）、（c）における鎖線の楕円6で示す）と呼ぶことにする。また、締結前、締結後を問わず、本発明ではこの部分を接合界面6と呼ぶ。7は前記シャーシ4とポスト1を保持するための当て盤、8はポンチ部材も兼ねた超音波ホーン、9はこの超音波ホーンを駆動する振動子、10は超磁歪素子、11は永久磁石、12はピックアップコイルである。10、11、12で前記振動子9を構成している。13は超音波ホーンの下端支持部、14は上端支持部、15、16、17は前記超音波ホーン8を支持し、収納するホルダー、18は超磁歪素子10への収納ケースである。前記超音波ホーン8の内面の上部は円筒形状、下部は円錐形状にくり抜かれており、レーザビーム19の通路を内部に持つ固定パイプ20が収納されている。21はこの固定パイプ20の上部に配置された折り返しミラー、22は前記固定パイプ20の下端部に設けられた焦光レンズである。

【0036】前記超音波ホーン8の下端面23は、前記接合部3を包み込む様に、内面が円錐形状となっている。またこの接合部3を前記超音波ホーン8が上部から押しつけた状態、あるいは僅かに離れた状態で、前記接合部3の上端部で前記レーザビーム19が概略焦点を結

ぶ様に、前記焦光レンズ22が配置されている。また、前記焦光レンズ22と前記折り返しミラー21が装着された前記固定パイプ20は、前記超音波ホーン8に対して非接触で配置されているため、前記超音波ホーン8の振動の影響を受けることはない。

【0037】図2(a)、(b)、(c)は、締結部3近傍の加工開始から加工終了までの部分拡大図を示す。本実施形態における締結のプロセスは、最初図2(a)に示すごとく、前記超音波ホーン8を前記締結部3に接触させない状態で、前記レーザ19を放射させることからスタートした。前記締結部3近傍の前記接合界面6は、前記レーザ19の放射によって局所的に加熱され、変形抵抗が減少する。上記、プロセスは瞬時に起こるため、前記超音波ホーン8と前記締結部3の相対位置は図2(b)のようになるように、すみやかに下降させる。前記接合界面6には、レーザ19によって与えられる熱エネルギーに加えて、酸化被膜の破壊と振動発熱による流動性の向上等の効果を持つ超音波振動(数ミクロンから数十ミクロンの振幅)が印加される。その結果締結部3の先端は塑性流動し、図2(c)の先端部26のごとく変形する。

【0038】本実施形態では、上述した様にレーザ光と超音波振動を僅かの時間差を設けて締結部材に与えることにより、締結部材に与える外力を僅少化させ、より高い締結精度を得ることができた。

【0039】さて従来のリベット締結では、下穴の精度が締結精度(たとえばポスト1の垂直度)に大きく影響を与える。本発明の工法ではリベット(締結部3)と下穴のギャップに、塑性流動した金属が抵抗なく流動するために、締結精度は本質的に下穴精度の影響を受けない。したがって、本発明を用いれば、任意の傾斜角のポストを締結できる。

【0040】また、前記固定パイプ20と前記超音波ホーン8の内面の間にはパージガス(N<sub>2</sub>ガス)の流通路24となっており、パージガスは前記ホルダー15に形成されたガス吸入孔25から図1の矢印Bのごとく流入し、前記超音波ホーン8の上部から中間部を経て、前記超音波ホーン8の下端部から大気中へ流出する。このパージガスにより、加工時に僅かに発生する蒸発した金属分子を含む煙と溶融飛散物の前記焦光レンズ22への付着を防止する。したがって、前記焦光レンズ22の汚れによるレーザ出力の低下を防止できる。

【0041】なお、用途によっては、焦光レンズ22の汚れを防止する上記パージガスを兼ねて、加工効率をアップするアシストガス(たとえば酸素)を用いてもよい。

【0042】なお、本実施形態では超音波振動は縦振動を用いた。図1で示す様に、支持点13、14を節とする様な振動モードを持ち、下端面23で最大振幅となる様なホーン8の形状となっている。さて、本発明を実施す

る上で、レーザに与える光エネルギーの大きさと、超音波ホーン8に与える振動エネルギーの大きさをどの程度の大きさに設定するかが重要な課題となる。実施例では、一定の加工時間のもとで次の様にレーザ光源と振動子に与える電力の大きさを設定した。

【0043】① レーザ光源に与える電力としては、超音波振動を与えない状態で、接合界面が溶融状態になる手前の電力値を選ぶ。

【0044】② 上記条件下で、超音波ホーン8の先端を適度な加工力でもって被接合面に押しつけながら、振動子に与える電力を設定する。

【0045】上記①②を繰り返すことにより、最適条件を見い出していった。なお、前記超音波ホーン8に与える振動は、縦振動、ねじり振動のいずれでもよいが、ねじり振動を適用すれば部材間に与える印加力をより小さくできるため、より高い精度の締結ができる。また、このねじり振動に縦振動を重ね合せた複合振動を用いればより効果的である。超音波振動子は従来から振動加工によく用いられるランジュバン型でもよいが実施例では超磁歪型を用いた。ランジュバン型と比べて300℃以上のキュリー点を持つ超磁歪素子の採用により、加工時の発熱でホーンが温度上昇しても十分な信頼性を保つことができる。

【0046】図3は図1に示す締結装置の超音波ホーン8の下端部近傍に排気ダクト27を設けた場合を示す。締結部材は溶融状態にする必要はないため、通常のレーザ加工と比べて、金属分子を含む煙や飛散物は極めて少ない。しかしこの様に外部に排気源を持つ排気ダクトを設けて締結部3の近傍を吸引すれば、よりクリーンな周辺環境を維持することができる。なお、前述した様に本実施形態では前記焦光レンズ22の汚れを防止するためのパージガスを前記超音波ホーン8の内部に流しているが、前記超音波ホーン8の下端部に開孔部28を形成しておけば、パージガスをスムーズに排気することができる。

【0047】図4は本発明の第二の実施形態を示すもので、複数の板状の部材をリベット締結する場合に本発明の工法を用いた場合を示す。30はソリッドリベット、31は被締結部材である部材A、32は部材B、33は当て盤である。34はポンチ部材(たとえば超音波ホーン)、35はレーザ光である。この場合でも本発明を用いれば、リベット30と前記被締結部材A31、B32に与える外力を小さくできるために、部材A31、B32の相対位置を高精度に保ったままで両部材を締結できる。

【0048】図5は本発明の第三の実施形態を示すもので、ポンチ部材側にレーザ光源を配置せずリベット側に設けた場合を示す。41はポンチ部材(例えば超音波ホーン)、42はリベットである。前記リベット42にはレーザ光43が放射される側を開孔側44、ポンチ側を

密閉側45とする中空穴46を形成している。47は部材A、48は部材B、49は当て盤である。レーザ光43は前記リベット42の中空穴の内部に向かって放射され、ポンチ側の密閉端45すなわち接合界面の近傍を加熱する。この加熱された部分にポンチ部材41による印加力あるいは振動を与えることにより、塑性変形を行う点は他の実施形態と同様である。

【0049】この様にレーザビームはポンチ部に形成する中空通路を利用しなくても本発明を実施できる。第三の実施形態以外の方法として、たとえば、

① 超音波ホーンの先端を極力細径にして、その先端近傍にレーザ光をスポット的に放射する。

【0050】② ホーンの先端近傍で、ホーンを覆う様にリング状のレーザ光路を形成し、さらに接合界面近傍でレーザ光がスポットになる様に集光させる（いずれも図示せず）。

【0051】等の方法が適用できる。なお、図6に示す様に締結精度がそれ程いらない場合は、超音波ホーンを用いる代りに、従来のハンマー式、タウエル式等をポンチ部材36として用いて、そのポンチ部材の中空部をレーザ光線37が通過できる構成にしてもよい。

【0052】以上、本発明をかしめ締結において実施した場合について説明してきたが、本発明は勿論他の用途にも適用できる。

【0053】図7は、本発明の第四の実施形態を示す図でワイヤーボンディング等を広義の意味で含む半田付に適用する場合を示す。50は超音波ホーン、51は振動子、52、53はホーンの支持部、55は前記超音波ホーン50の固定側ハウジング、56はホーンの先端に設けられた中空の振動ツール、57は前記固定側ハウジング50に設けられた反射ミラー、58はレーザ光、59、60はそれぞれ被締結部材であるリード線と電極、61は半田である。上記構成において、すでに集束したレーザ光58は、反射ミラー57から中空の振動ツール56の内部通路を経て、半田61に放射される。同時にその接合界面には超音波振動が印加させるために、従来の半田付以上の高い信頼性が得られる電極60とリード線59の締結ができる。

【0054】以上の実施形態で示した様に、超音波ホーンはこの様に横型で配置しても前述したかしめの工法は実現できる。勿論縦型配置でも半田付等の工法は実現できる。

【0055】さて、本発明を適用することにより、任意の形状を塑性変形で作ridす特殊加工もできる。図8

(a)は本発明を平坦化処理に用いた場合を示し、図8(b)はその加工部分の部分拡大図である。

【0056】61は平坦化のためのポンチ部材を兼ねた超音波ホーン、62はレーザ光、63は微小な凹凸面64を持つ部材である。前記超音波ホーン61は縦振動をしながら、図8(b)中のC方向へ相対的に移動する。

この工法は部材の一部にエネルギービームを放射して加熱することにより、加熱部分を軟化あるいは変形抵抗を減少させると共に、前記加熱部に相対的な印加力あるいは振動を与えるものである。すなわち、前記凹凸面64には、超音波振動による縦振動に加えて、レーザ光が放射させる。その結果部材63の変形抵抗が局所的に減少し、すみやかに平坦加処理が促進される。なお、超音波ホーン61はその先端形状を除いて、図1とほぼ同様の構成を用いることができる。

10 【0057】

【発明の効果】以上のように本発明の適用により、たとえば従来の機械式あるいはレーザ、超音波等ではできなかった下記2つの要望、すなわち、

① 高い接合強度

② 高い接合精度

の上記①②を同時に満足できる極めて生産性の高い締結工法が実現できる。本発明をたとえばかしめ締結工法に用いれば、従来のリベット締結と変わらぬ強度を保ちつつ、数ミクロンオーダーの高い精度が得られる部材の締結が実現できる。

【0058】また、レーザ光源と超音波発振源のそれぞれの駆動条件を締結部材の材料の種類（金属・プラスチック等）に合わせて、あらかじめ設定しておけば、1台の締結装置で様々な締結作業を実現できる。また、通常のレーザ加工の様な加工面における金属の熔融・飛散を僅少にできるため、クリーンな作業環境が維持できる。

【0059】さらに、本発明は上記締結工法以外にも、微少で高精度が要求される任意形状の創成加工、例えば超平坦化処理等にも適用することができ、その効果は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態による締結装置及びそれに用いる超音波ホーンの振動モード図

【図2】(a)図1に示す締結装置による加工開始直後の部分拡大図

(b)締結位置による加工中の部分拡大図

(c)締結位置による加工後の部分拡大図

【図3】図1に示す締結装置に排気ダクトを設けた図

【図4】本発明の第二の実施形態における締結装置の部分拡大図

【図5】本発明の第三の実施形態における締結装置の部分拡大図

【図6】本発明の第一、第二、第三の実施形態における締結装置に通常のポンチ部材を用いた図

【図7】本発明の第四の実施形態における締結装置の正面断面図

【図8】(a)本発明の第五の実施形態における平坦化処理示す正面断面図

(b)本図(a)の部分拡大図

50 【図9】従来のハンマー式のかしめ締結工法を示す図



【図10】従来のロゼット式のかしめ締結工法を示す図

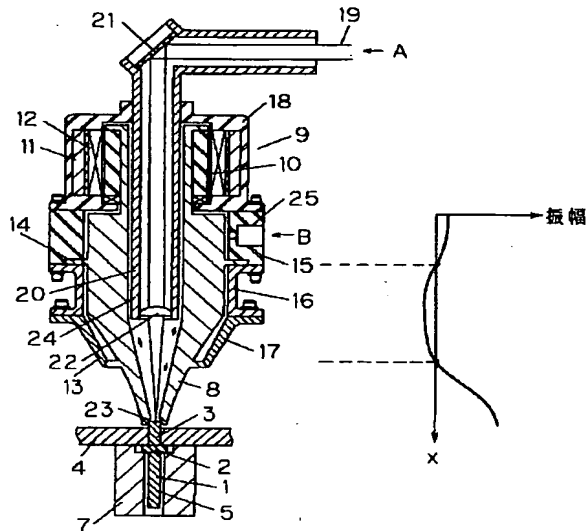
【符号の説明】

1, 4 複数の部材

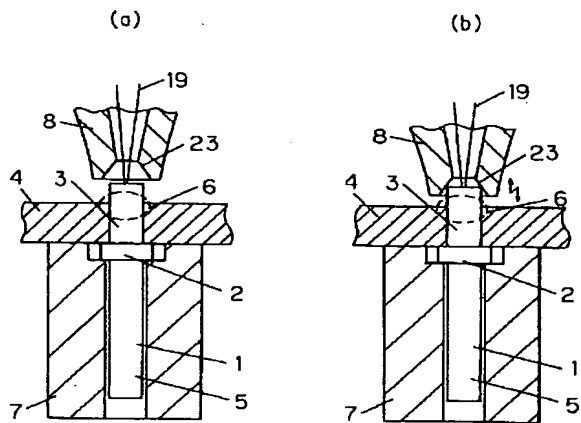
6 接合界面

19 エネルギービーム

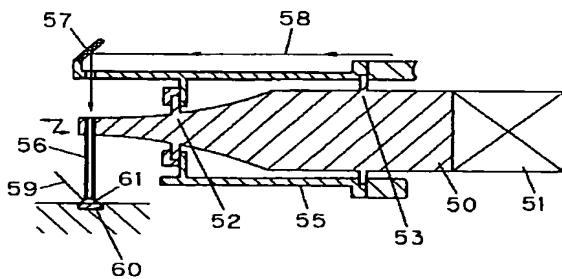
【図1】



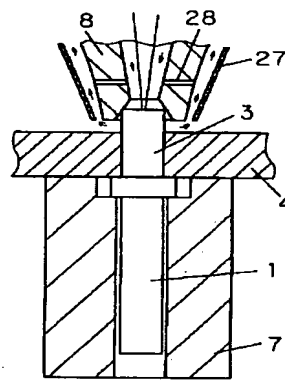
【図2】



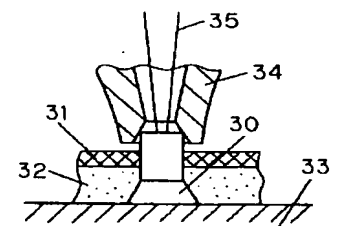
【図7】



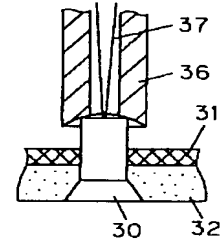
【図3】



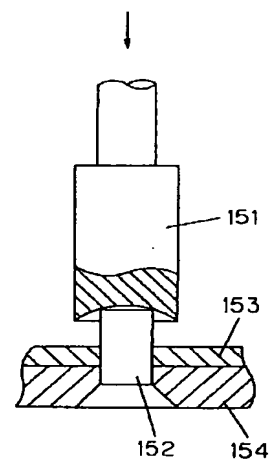
【図4】



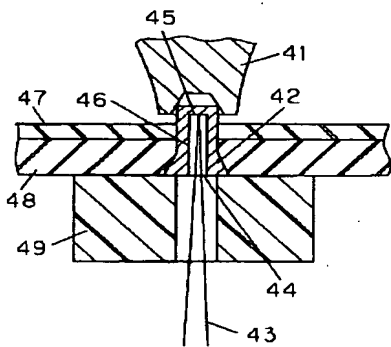
【図6】



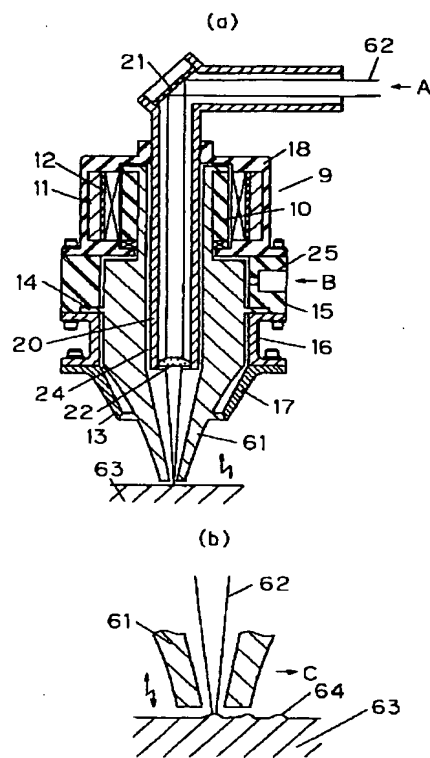
【図9】



【図5】



【図8】



【図10】

